



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2000283753 A**(43) Date of publication of application: **13.10.00**

(51) Int. Cl. **G01C 3/06**
G01B 11/00
G06T 7/00

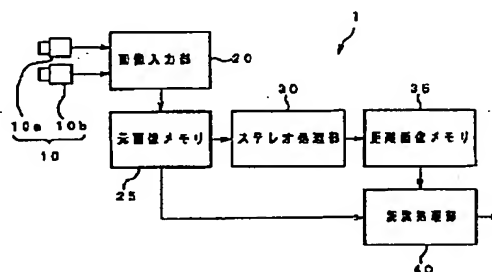
(21) Application number: **11091183**(22) Date of filing: **31.03.99**(71) Applicant: **FUJI HEAVY IND LTD**(72) Inventor: **SANEYOSHI KEIJI**
TSUCHIYA HIDEAKI**(54) DEVICE FOR MEASURING DISTANCE USING STEREOGRAPHIC PICTURE****(57) Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To eliminate the reduction of distance measuring resolution in a long distance due to parallax that a picture element obtained through processing of a stereographic picture is set as a unit, and to improve the distance measuring resolution in a range from short distance to long distance.

SOLUTION: A pair of pictures photographed by a stereoscopic camera 10 are processed by a stereo processing part 30 to calculate a distance of a city clock and obtain a correlation thereof every small area of the respective picture, and a stereo matching is performed to specify the corresponding small area and a displacement of the picture element (parallax) generating corresponding with a distance to an object is imaged as a distance data, thus generating a distance picture. Further, a recognition processing part 40 conducts stereo matching using both a reference picture and a comparison picture so as to obtain a parallax (sub pixel element) of one picture element or less, and a parallax that the picture element obtained from the distance picture is set as a unit is interpolated by a resolution of one picture element or less. Thus, the reduction of distance measuring resolution in a long

distance can be eliminated and the accuracy of distance measurement in a range from short distance to long distance be also secured.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO



Partial translation of Japanese Unexamined Patent Publication
(Kokai) No. 2000-283753

[0011] Specifically, according to the invention described in claim 1, in calculating the city block distance between the small areas of a pair of images including a reference image and a comparative image picked up by a stereo camera, a point associated with the minimum discrete value of the city block distance by pixel is assumed to be a provisional correspondence point, and based on the change in the city block distance before and after the provisional correspondence point, the position of a local minimum value is specified on the assumption that the city block distance is continuously distributed and the distribution of the city block distance is symmetric about the local minimum point. Based on the difference between the local minimum value and the provisional correspondence point, the parallax for each pixel is interpolated by the resolution of not more than one pixel, and using the parallax thus interpolated to one pixel or less, the distance is measured according to the principle of triangulation.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-283753

(P2000-283753A)

(43) 公開日 平成12年10月13日 (2000. 10. 13)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコ-ド [*] (参考)
G 0 1 C 3/06		G 0 1 C 3/06	V 2 F 0 6 5
G 0 1 B 11/00		G 0 1 B 11/00	H 2 F 1 1 2
G 0 6 T 7/00		G 0 6 F 15/62	4 1 5 5 B 0 5 7

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平11-91183

(22) 出願日 平成11年3月31日 (1999. 3. 31)

(71) 出願人 000005348

富士重工業株式会社

東京都新宿区西新宿一丁目7番2号

(72) 発明者 実吉 敬二

東京都三鷹市大沢3丁目9番6号 株式会社スバル研究所内

(72) 発明者 土屋 英明

東京都三鷹市大沢3丁目9番6号 株式会社スバル研究所内

(74) 代理人 100076233

弁理士 伊藤 進

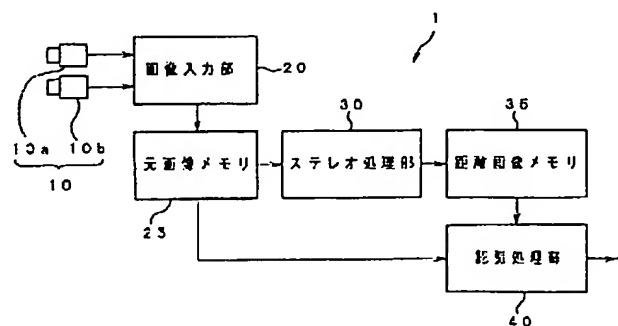
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ステレオ画像による測距装置

(57) 【要約】

【課題】 ステレオ画像を処理して得られる画素を単位とする視差に起因する遠距離での測距分解能の低下を解消し、近距離から遠距離まで測距分解能を向上する。

【解決手段】 ステレオカメラ10で撮像した一对の画像に対し、ステレオ処理部30で、各画像の小領域毎にシティブロック距離を計算して互いの相関を求めることで対応する小領域を特定するステレオマッチングを行い、対象物までの距離に応じて生じる画素のズレ(=視差)を距離データとして画像化した距離画像を生成する。さらに、認識処理部40で、基準画像及び比較画像のデータを用いてステレオマッチングを行って1画素以下の視差(サブピクセル成分)を求め、距離画像から得られる画素を単位とする視差を1画素以下の分解能で補間する。これにより、遠距離での測距分解能の低下を解消し、近距離から遠距離までの測距精度を確保する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ステレオカメラで撮像した基準画像及び比較画像からなる一対の画像の各小領域間のシティブロック距離を演算し、このシティブロック距離の画素単位の離散値が最小となる小領域を互に対応する小領域として探索し、対応する小領域で対象物までの距離に応じて生じる画素ズレ量を視差として三角測量の原理によって測距を行うステレオ画像による測距装置であって、上記シティブロック距離の画素単位の離散値が最小となる点を仮の対応点とし、この仮の対応点の前後のシティブロック距離の変化に基づいて、シティブロック距離が連続的に分布し、且つ、シティブロック距離の分布が極小点周りに対称形であるとみなした場合の極小値の位置を特定する手段と、上記仮の対応点と上記極小値との差に基づいて、上記画素ズレ量による視差を 1 画素以下の分解能で補間する手段とを備えたことを特徴とするステレオ画像による測距装置。

【請求項 2】 上記基準画像の小領域内の各画素の画像データから小領域内の各画素の画像データの平均値を差分したデータ群と、上記比較画像の小領域内の各画素の画像データから小領域内の各画素の画像データの平均値を差分したデータ群との差分の絶対値を総和し、上記シティブロック距離を演算することを特徴とする請求項 1 記載のステレオ画像による測距装置。

【請求項 3】 上記ステレオカメラを飛行体に搭載して下方風景を撮像し、複数の計測点の視差から得られる距離データに基づいて下方の表面形状を高度の基準として求め、上記飛行体の高度を算出することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載のステレオ画像による測距装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ステレオカメラで撮像した一対の画像を処理して得られる視差から三角測量の原理によって測距を行うステレオ画像による測距装置に関する。

【0002】

【従来の技術】一般に、画像による 3 次元計測技術として、2 台のカメラからなるステレオカメラで対象物を異なる位置から撮像した一対の画像の相関を求め、同一物体に対する視差からステレオカメラの取り付け位置や焦点距離等のカメラパラメータを用いて三角測量の原理により距離を求める、いわゆるステレオ法による画像処理が知られている。

【0003】このステレオ法による画像処理としては、本出願人は、先に、特開平 5-114099 号公報において、車両に搭載したステレオカメラで撮像した画像を処理して車外の対象物の 3 次元位置を測定する技術を提案しており、この技術では、ステレオ撮像した一対の画

像に対し、複数の小領域間のシティブロック距離を演算して対応位置を探索するステレオマッチングをハードウェア回路によって高速に行い、対応する小領域の画素ズレ量を視差として出力するようにしている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来、ステレオ画像を処理して得られる視差は、画像の“画素”を単位とするものであるため、この“画素”を単位とする視差から三角測量によって距離を計測すると、対称物までの距離が遠くなるにつれて分解能が荒くなってしまふ。

【0005】このため、遠距離の測距精度をさほど必要としないシステムではあまり問題とならないものの、近距離から遠距離までの測距精度を必要とするシステムにおいては、遠距離での測距分解能の低下は大きな問題となる。

【0006】例えば、近年、農薬散布等を行う無人ヘリコプター等の飛行体にステレオカメラを搭載して下方風景を撮像し、この撮像画像をステレオ処理して対地高度を計測するシステムが開発されているが、高度が高くなるにつれて測距分解能が低下することは、比較的的低空を飛行する飛行体に搭載する高度計としては望ましくない。

【0007】本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、ステレオ画像を処理して得られる画素を単位とする視差に起因する遠距離での測距分解能の低下を解消し、近距離から遠距離まで測距分解能を向上することのできるステレオ画像による測距装置を提供することを目的としている。

【0008】

【課題を解決するための手段】請求項 1 記載の発明は、ステレオカメラで撮像した基準画像及び比較画像からなる一対の画像の各小領域間のシティブロック距離を演算し、このシティブロック距離の画素単位の離散値が最小となる小領域を互に対応する小領域として探索し、対応する小領域で対象物までの距離に応じて生じる画素ズレ量を視差として三角測量の原理によって測距を行うステレオ画像による測距装置であって、上記シティブロック距離の画素単位の離散値が最小となる点を仮の対応点とし、この仮の対応点の前後のシティブロック距離の変化に基づいて、シティブロック距離が連続的に分布し、且つ、シティブロック距離の分布が極小点周りに対称形であるとみなした場合の極小値の位置を特定する手段と、上記仮の対応点と上記極小値との差に基づいて、上記画素ズレ量による視差を 1 画素以下の分解能で補間する手段とを備えたことを特徴とする。

【0009】請求項 2 記載の発明は、請求項 1 記載の発明において、上記基準画像の小領域内の各画素の画像データから小領域内の各画素の画像データの平均値を差分したデータ群と、上記比較画像の小領域内の各画素の画

像データから小領域内の各画素の画像データの平均値を差分したデータ群との差分の絶対値を総和し、上記シティブロック距離を演算することを特徴とする。

【0010】請求項3記載の発明は、請求項1又は請求項2記載の発明において、上記ステレオカメラを飛行体に搭載して下方風景を撮像し、複数の計測点の視差から得られる距離データに基づいて下方の表面形状を高度の基準として求め、上記飛行体の高度を算出することを特徴とする。

【0011】すなわち、請求項1記載の発明では、ステレオカメラで撮像した基準画像及び比較画像からなる一対の画像の各小領域間のシティブロック距離を演算する際、シティブロック距離の画素単位の離散値が最小となる点を仮の対応点とし、この仮の対応点の前後のシティブロック距離の変化に基づいて、シティブロック距離が連続的に分布し、且つ、シティブロック距離の分布が極小点周りに対称形であるとみなした場合の極小値の位置を特定する。そして、この極小値と仮の対応点との差に基づいて1画素単位の視差を1画素以下の分解能で補間し、この1画素以下まで補間した視差を用いて三角測量の原理によって測距を行う。

【0012】この場合、請求項2記載の発明では、基準画像の小領域内の各画素の画像データから小領域内の各画素の画像データの平均値を差分したデータ群と、比較画像の小領域内の各画素の画像データから小領域内の各画素の画像データの平均値を差分したデータ群との差分の絶対値を総和することで、シティブロック距離を演算する。

【0013】また、請求項3記載の発明では、ステレオカメラを飛行体に搭載し、下方風景を撮像した画像を処理して求めた複数の計測点の視差から得られる距離データに基づいて下方の表面形状を高度の基準として求め、飛行体の高度を算出する。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。図1～図10は本発明の実施の一形態に係わり、図1は測距装置の基本構成を示すブロック図、図2及び図3はサブピクセル処理のフローチャート、図4は輝度の平均値を求める領域を示す説明図、図5はシティブロック距離C0を求める領域を示す説明図、図6はシティブロック距離C1を求める領域を示す説明図、図7はシティブロック距離C2を求める領域を示す説明図、図8はシティブロック距離の分布を示す説明図、図9は極小点周りのシティブロック距離の分布を示す説明図、図10は直線近似によるサブピクセル補間の説明図である。

【0015】図1において、符号1は、対象風景をステレオ撮像した一対の画像を処理して三次元の距離情報を求める測距装置であり、例えば、農業散布用ヘリコプター等の比較的低高度を飛行する飛行体に搭載されて対地

高度を計測するための高度計測システム等に適用される。

【0016】このステレオ画像による測距装置1は、2台1組のカメラから構成されるステレオカメラ10、このステレオカメラ10で撮像した画像に対する入力処理を行う画像入力部20、この画像入力部で処理した撮像画像を元画像としてストアする元画像メモリ25、元画像をステレオ処理して距離画像を生成するステレオ処理部30、距離画像をストアする距離画像メモリ35、距離画像から得られる1画素単位での距離情報に対し、サブピクセル処理によって1画素単位以下での距離情報を取得し、各種認識処理を行う認識処理部40等から構成されている。

【0017】ステレオカメラ10を構成する2台のカメラ10a、10bは、互いに、同期が取れ、且つ、シャッタースピード可変のCCDカメラであり、一方のCCDカメラ10aをステレオ処理の際の基準画像を撮像するメインカメラ、他方のCCDカメラ10bをステレオ処理の際の比較画像を撮像するサブカメラとして、所定の基線長で互いの撮像面垂直軸が平行となるよう配置されている。

【0018】画像入力部20は、各CCDカメラ10a、10bからの2系統のアナログ撮像信号を処理するためのアンプやA/Dコンバータ等の画像処理の各種機能回路を備え、さらに、CCDカメラ10a、10bの機械的な光学位置の僅かなズレを電氣的に補正するための画像調整回路を備えたものであり、CCDカメラ10a、10bからの撮像画像を所定の輝度階調のデジタル画像データに変換し、画像調整によってCCDカメラ10a、10bの機械的な取り付け位置の誤差を補正して元画像メモリ25にストアする。

【0019】ステレオ処理部30は、加算器、差分器、絶対値演算回路等のステレオ処理のための各種回路やメモリ等から構成され、元画像メモリ25にストアされた基準画像及び比較画像の一対の画像に対し、各画像の小領域毎にシティブロック距離を計算して互いの相関を求めることで対応する小領域を特定するステレオマッチングを行い、対象物までの距離に応じて生じる画素のズレ(=視差)を距離データとして画像化した距離画像を生成する。

【0020】このステレオ処理部30におけるステレオマッチングは、基本的には、先に本出願人によって提出された特開平5-114099号公報に詳述されている処理と同様であり、基準画像及び比較画像の小領域内の各画素の輝度データを用いてシティブロック距離Cを演算し、このシティブロック距離Cが最小となる画素ズレ量を距離データとして距離画像を生成しても良いが、本形態では、基準画像及び比較画像に対して予めマッチングを取る小領域の平均値を取り、小領域内のそれぞれの画素の輝度値から平均値を差分した値によってシティブ

ロック距離を演算する平均値差分マッチングを行う。

【0021】すなわち、平均値差分マッチングでは、基準画像の横M×縦N画素の小領域内の各画素の輝度データ $K_{i,j}$ と、比較画像の横M×縦N画素の小領域内の各画素の輝度データ $H_{i,j}$ とに対し、それぞれ以下の(1)、(2)式で示す平均値AK、AHを求め、以下の(3)式で示すように、基準画像の小領域内の各画素の輝度データ $K_{i,j}$ から平均値AKを差分したデータ群と、比較画像の小領域内の各画素の輝度データ $H_{i,j}$ から平均値AHを差分したデータ群との差分の絶対値を総和し、シティブロック距離Cを演算する。そして、このシティブロック距離Cが最小となる画素ズレ量を距離データとして距離画像メモリ35にストアする。

【0022】

$$AK = \sum K_{i,j} / M \cdot N \quad \dots (1)$$

$$AH = \sum H_{i,j} / M \cdot N \quad \dots (2)$$

$$C = \sum | (K_{i,j} - AK) - (H_{i,j} - AH) | \quad \dots (3)$$

但し、 $\sum : i = 1 \sim M, j = 1 \sim N$ の総和

本形態で採用する平均値差分マッチングは、画像の高周波成分のみをマッチング対象とするものであり、ハイパスフィルタと等価な作用を有しているため低周波ノイズを除去することができる。すなわち、平均値差分マッチングでは、2つの画像間の輝度の僅かなバランスの狂いの影響、カメラやアナログ回路部品の経年変化によるゲイン変化の影響に対し、ミスマッチングを生じることがなく正確な距離情報を得ることができ、通常のステレオ処理の前段として必須であった画像入力部20における2系統の画像信号のバラツキ補正に関する回路、すなわち、ゲインコントロールアンプ、ルックアップテーブル、シェーディング補正回路等の輝度補正を省略することができ、回路部品点数を低減して回路構成を簡素化し、コスト低減や信頼性向上を図ることができる。

【0023】尚、元画像に対して輝度補正をかける場合には、基準画像及び比較画像の小領域内の各画素の輝度データを用い、以下の(4)式によってシティブロック距離Cを演算する通常のステレオマッチングを行う。

$$【0024】 C = \sum | K_{i,j} - H_{i,j} | \quad \dots (4)$$

一方、認識処理部40は、距離分布情報に基づいて高速に各種認識処理を行うためのRISCプロセッサ等からなり、例えば、無人ヘリコプター等の移動体に搭載されて地上を撮像した一対のステレオ画像を処理して高度を計測する高度計測システムに適用される場合には、距離分布情報から地表面を平面と認識し、鉛直高度を求める処理を行う。

【0025】この場合、ステレオ処理部30で検出する視差が“画素”を単位とするものであるため、三角測量の原理から、高度が高くなるにつれて測距分解能が低下する。従って、認識処理部40では、ステレオ処理部30で検出された視差に対し、元画像メモリ25の基準画像及び比較画像のデータを用いてソフトウェア処理によ

ってステレオマッチングを行い、1画素以下の視差（サブピクセル成分）Sを求めて距離画像の視差Dを補間し、測距精度を確保する。

【0026】以下、認識処理部40によるサブピクセル処理について、図2及び図3のフローチャートを用いて説明する。

【0027】本形態においては、元画像に対する輝度補正を省略してステレオ処理部30で平均値差分マッチングを行っているため、認識処理部40でのサブピクセル処理においても平均値差分マッチングを行うようにしており、先ず、ステップS101で、距離画像の座標（ i_d, j_d ）に対応する基準画像の座標（ i_m, j_m ）を原点として、基準画像上に横H画素、縦V画素の小領域を設定し、この小領域の輝度の平均値 B_m を算出する。

【0028】次に、ステップS102へ進み、距離画像の座標（ i_d, j_d ）における視差Dから基準画像の座標（ i_m, j_m ）に対応する比較画像の座標（ i_s, j_s ）=（ $i_m + D, j_m$ ）を求め、図4に示すように、基準画像の小領域を視差検出方向（水平走査方向）に左右1画素ずつ広げた小領域、すなわち、座標（ i_{s-1}, j_s ）を原点とする横H+2画素、縦V画素の小領域を設定し、この小領域の輝度の平均値 B_s を算出する。

【0029】続くステップS103では、基準画像の小領域内の各画素の輝度から平均値 B_m を減算してマトリクスA0にストアし、ステップS104で、図5に示すように、比較画像の座標（ i_{s-1}, j_s ）を原点とする横H画素、縦V画素の小領域について、小領域内の各画素の輝度から平均値 B_s を減算してマトリクスA1にストアする。そして、ステップS105で、前述のステレオ処理部30の平均値差分マッチングと同様、マトリクスA0とマトリクスA1とからシティブロック距離C0を演算し、メモリにストアする。

【0030】次に、ステップS106へ進み、図6に示すように、比較画像の座標（ i_s, j_s ）を原点とする横H画素、縦V画素の小領域について、小領域内の各画素の輝度から平均値 B_s を減算してマトリクスA2にストアすると、ステップS107で、マトリクスA0とマトリクスA2とからシティブロック距離C1を演算し、メモリにストアする。

【0031】さらに、ステップS108へ進み、図7に示すように、比較画像の座標（ i_{s+1}, j_s ）を原点とする横H画素、縦V画素の小領域について、小領域内の各画素の輝度から平均値 B_s を減算してマトリクスA3にストアし、ステップS109で、マトリクスA0とマトリクスA3とからシティブロック距離C2を演算し、メモリにストアする。

【0032】尚、ステレオ処理部30で平均値差分マッチングを採用せず、通常のステレオマッチングを行う場合には、平均値 B_m, B_s は算出せず、前述の(4)式に示したように、基準画像の小領域内の各画素の輝度と比較

画像の小領域内の各画素の輝度とを用いてシティブロック距離Cを算出する。

【0033】そして、ステップS110以降で、シティブロック距離の分布が極小点周りに対称形であるという前提のもとに、シティブロック距離C0, C1, C2から1画素以下の分解能でのサブピクセル成分Sを求める。

【0034】すなわち、シティブロック距離Cのi行j列要素をC[i, j]と表記すると、シティブロック距離Cの分布は、例えば、図8に示すような分布となる。ここで、画素が無限に小さいものであると仮定し、視差検出方向であるi方向（水平走査方向）の極小点について考えると、図9に示すように、シティブロック距離Cは破線で示すように極小点周りに対称形で連続的に分布するとみなすことができ、シティブロック距離C0, C1, C2は、図9の丸印で示される。

【0035】従って、距離画像の座標(i, j)における視差Dを与える座標isを仮の対応点として、破線の極小値のi座標によって、1画素以下のサブピクセル成分Sを求めることができる。このため、ステップS110以降では、仮の対応点の前後のシティブロック距離Cの差の大小関係から極小値の位置を特定し、直線近似によって極小点の座標を計算する。

【0036】すなわち、ステップS110で、仮の対応点の座標isの前後のシティブロック距離Cの差 $\Delta C0$, $\Delta C1$ を以下の(5), (6)式によって求めると、ステップS111で、それらを互いに比較し、座標(is-1)から座標isにかけてのシティブロック距離Cの変化、座標isから座標(is+1)にかけてのシティブロック距離Cの変化、及び、シティブロック距離Cの分布が極小点周りに対称であることを考慮し、極小点が座標isを中心として、座標(is-1)と座標isとの間、座標isと座標(is+1)との間のいずれに存在するかを調べる。

$$\Delta C0 = C0 - C1 \quad \dots (5)$$

$$\Delta C1 = C2 - C1 \quad \dots (6)$$

その結果、 $\Delta C0 < \Delta C1$ ($C0 < C2$) のとき、すなわち、座標is（仮の対応点）周辺で、シティブロック距離Cが座標isの前よりも後の方で大きく変化するときには、極小点のi座標は、座標isと座標(is-1)との間にあると判断し、ステップS111からステップS112へ進む。そして、座標isのシティブロック距離C1の点と座標(is+1)のシティブロック距離C2の点とを通る傾きm ($= C2 - C1$) の直線L1と、座標(is-1)のシティブロック距離C0の点を通る傾き-mの直線L2との交点すなわち極小点の座標isubを求め、この極小点の座標isubと仮の対応点の座標isとの差を、サブピクセル成分Sとして算出する。その結果、サブピクセル成分Sは、以下の(7)式によって与えられる。

【0038】

$$S = - (C2 - C0) / 2 (C2 - C1) \quad \dots (7)$$

但し、 $C0 < C2$

一方、ステップS111で $\Delta C0 \geq \Delta C1$ ($C0 \geq C2$) のとき、すなわち、座標is（仮の対応点）周辺で、シティブロック距離Cが座標isの後よりも前の方で大きく変化するときには、極小点のi座標は、座標isと座標(is+1)との間にあると判断し、ステップS111からステップS113へ進む。そして、座標isのシティブロック距離C1の点と座標(is-1)のシティブロック距離C0の点とを通る傾きm ($= C1 - C0$) の直線L1と、座標(is+1)のシティブロック距離C2の点を通る傾き-mの直線L2との交点すなわち極小点の座標isubを求め、この極小点の座標isubと仮の対応点の座標isとの差を、サブピクセル成分Sとして算出する。その結果、サブピクセル成分Sは、以下の(8)式によって与えられる。

【0039】

$$S = (C2 - C0) / 2 (C1 - C0) \quad \dots (8)$$

但し、 $C0 \geq C2$

図10は、 $\Delta C0 \geq \Delta C1$ ($C0 \geq C2$) のときの直線L1, L2を示し、極小点周りのシティブロック距離Cの分布を互いに直交する直線で近似し、各直線の交点を求めることにより、極小点を求めることができる。そして、ステップS112あるいはステップS113からステップS114へ進み、距離画像から得られる視差Dにサブピクセル成分Sを加算して新たな視差(D+S)とし、ルーチンを抜ける。

【0040】以上の処理を繰り返して距離画像の全ての視差Dについてサブピクセル成分Sを求めて1画素以下の分解能で補間し、この補間後の視差(D+S)を用いて実空間座標への変換を行って実空間での距離を算出する。

【0041】これにより、あたかも1画素以下で視差検出を行ったかのように扱うことができ、画素を単位とする視差Dを用いることによる遠距離での測距分解能の低下を解消し、近距離から遠距離に渡って測距分解能を向上することができる。

【0042】

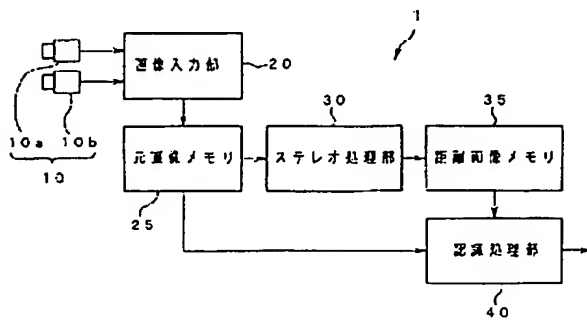
【発明の効果】以上説明したように、請求項1記載の発明によれば、ステレオカメラで撮像した基準画像及び比較画像からなる一対の画像の各小領域間のシティブロック距離を演算する際、シティブロック距離の画素単位の離散値が最小となる点を仮の対応点とし、この仮の対応点の前後のシティブロック距離の変化に基づいて、シティブロック距離が連続的に分布し、且つ、シティブロック距離の分布が極小点周りに対称形であるとみなした場合の極小値の位置を特定し、この極小値と仮の対応点との差に基づいて1画素単位の視差を1画素以下の分解能で補間し、この1画素以下まで補間した視差を用いて三角測量の原理によって測距を行うため、画素を単位とする視差に起因する遠距離での測距分解能の低下を解消し、近距離から遠距離まで測距分解能を向上するこ

とができる。

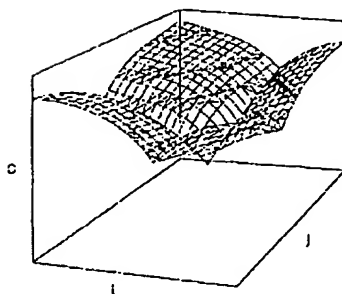
【0043】この場合、請求項2記載の発明では、基準画像の小領域内の各画素の画像データから小領域内の各画素の画像データの平均値を差分したデータ群と、比較画像の小領域内の各画素の画像データから小領域内の各画素の画像データの平均値を差分したデータ群との差分の絶対値を総和してシティブロック距離を演算するため、2つの画像間の輝度の僅かなバランスの狂いの影響、ステレオカメラやアナログ回路部品の経年変化によるゲイン変化の影響に対し、ミスマッチングを生じることがなく、2系統の画像信号のバラツキに関する輝度補正を省略することができ、画像処理の回路部品点数を低減して回路構成を簡素化し、コスト低減や信頼性向上を図ることができる。

【0044】また、請求項3記載の発明では、ステレオカメラを飛行体に搭載し、下方風景を撮像した画像を処理して求めた複数の計測点の視差から得られる距離データに基づいて下方の表面形状を高度の基準として求め、飛行体の高度を算出するため、画素を単位とする視差から高度を計測するシステムで、高度が高くなるにつれて測距分解能が低下するといった問題を解消することができ、比較的 low 空を飛行する飛行体に搭載する高度の測距装置として最適な性能を得ることができる等優れた効果が得られる。

【図1】



【図8】



【図面の簡単な説明】

【図1】測距装置の基本構成を示すブロック図

【図2】サブピクセル処理のフローチャート（その1）

【図3】サブピクセル処理のフローチャート（その2）

【図4】輝度の平均値を求める領域を示す説明図

【図5】シティブロック距離C0を求める領域を示す説明図

【図6】シティブロック距離C1を求める領域を示す説明図

【図7】シティブロック距離C2を求める領域を示す説明図

【図8】シティブロック距離の分布を示す説明図

【図9】極小点周りのシティブロック距離の分布を示す説明図

【図10】直線近似によるサブピクセル補間の説明図

【符号の説明】

1 …測距装置

10…ステレオカメラ

30…ステレオ処理部

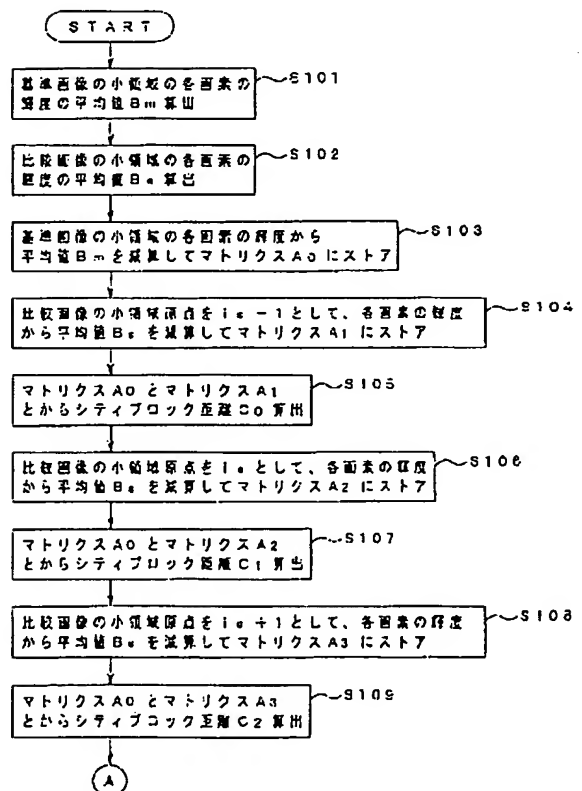
40…認識処理部

C …シティブロック距離

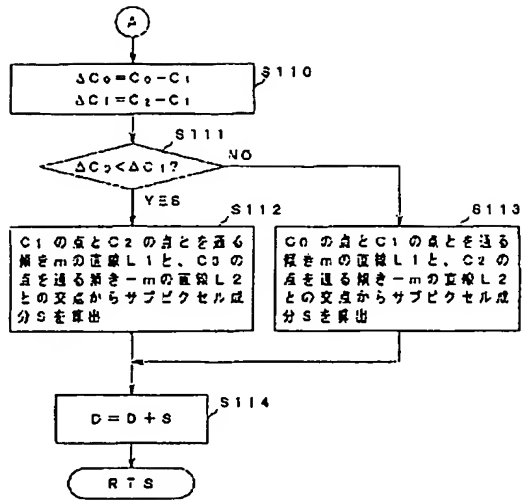
D …視差

S …サブピクセル成分

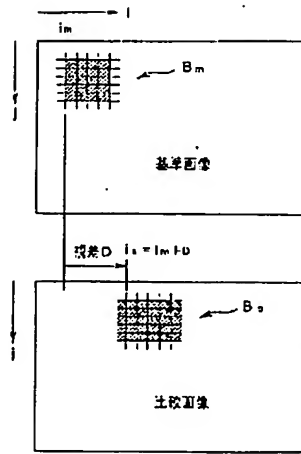
【図2】



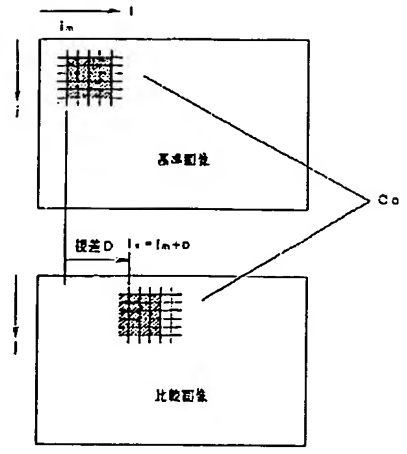
【図3】



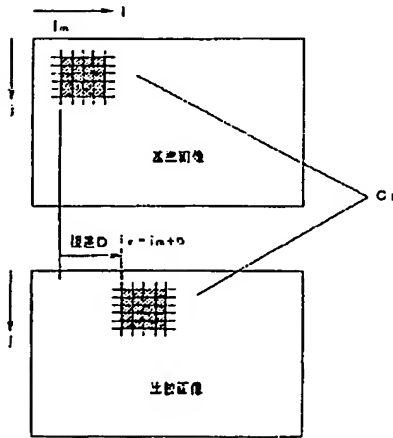
【図4】



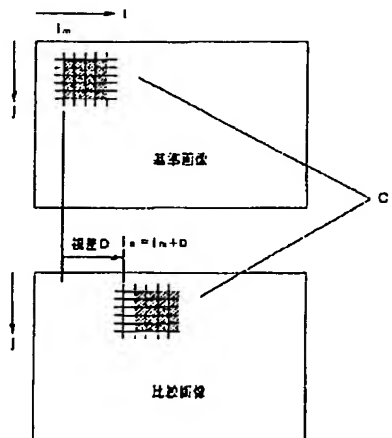
【図5】



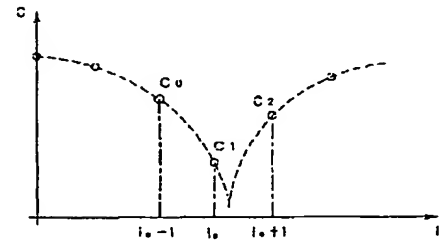
【図6】



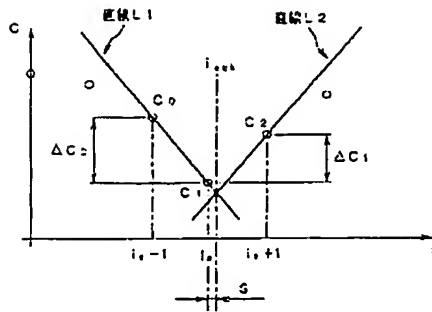
【図7】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2F065 AA04 AA53 BB05 DD03 DD04
FF01 FF05 FF09 JJ03 JJ26
LL30 QQ04 QQ21 QQ24 QQ29
QQ32 QQ33 QQ34 QQ38 UU05
2F112 AC04 AC06 BA06 BA07 DA28
DA32 FA08 FA32 FA33 FA38
5B057 DA07 DB03 DC02